

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

PUB. NO.: 07-283319 JP 7283319 A]
PUBLISHED: October 27, 1995 (19951027)
INVENTOR(s): NANJO TAKESHI
APPLICANT(s): RICOH CO LTD [000674] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)
APPL. NO.: 07-003006 [JP 953006]
FILED: January 12, 1995 (19950112)
INTL CLASS: [6] H01L-021/768; H01L-021/3205
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)
JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA)

PURPOSE: To prevent the occurrence of an electrical leak or short circuit between second metallic wiring and silicon wiring arranged below a through hole or a silicon substrate by tapering a lower part formed as a result of over-etching of a connecting hole.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-283319

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/768

21/3205

H 0 1 L 21/ 90

B

21/ 88

F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-3006

(22) 出願日 平成7年(1995)1月12日

(31) 優先権主張番号 特願平6-21102

(32) 優先日 平6(1994)2月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 南條 健

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

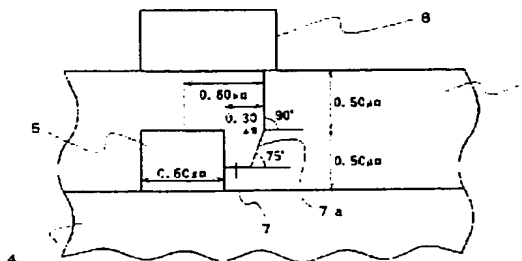
(73) 代理人 弁理士 島居 洋

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、第2の金属配線（上層配線）と、スルーホール下に配置されたシリコン配線またはシリコン基板との電気的なリークまたは短絡を防止することができる半導体装置を提供することを目的とする。

【構成】 この発明は、素子形成された半導体基板1上に絶縁膜4を有し、絶縁膜4上の一部に第1の金属配線5を有し、この第1の金属配線5上を含む基板1上に第2の絶縁膜6を有し、この第2の絶縁膜6上の一部に第2の金属配線8を有し、第2の金属配線8と第1の金属配線5を接続するためのスルーホール7を第2の絶縁膜6の第1の金属配線5上に有し、このスルーホール7が第1の金属配線5の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置において、スルーホール7の、オーバーエッチングされて形成される部分が88度以下のテーパ角度を有するように開孔させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 素子形成された半導体基板上に第1の絶縁膜を有し、この第1の絶縁膜上の一部に第1の金属配線を有し、この第1の金属配線上を含む基板上に第2の絶縁膜を有し、この第2の絶縁膜上の一部に第2の金属配線を有し、この第2の金属配線と上記第1の金属配線を接続するための接続孔を第2の絶縁膜の上記第1の金属配線上に有し、この接続孔が上記第1の金属配線の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置において、上記接続孔の上部位がほぼ垂直形状を有し、上記接続孔のオーバーエッチングされて形成される下部位の部分にテーパーが設けられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 上記接続孔は、オーバーエッチングされて形成される部分のテーパーが88度以下のテーパー角度を有するように開孔していることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 上記第1の金属配線が88度以下のテーパー角度を有するように形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項4】 上記接続孔が上記第1の金属配線と接する高さから少なくとも低位置において88度未満のテーパー角度を有し、この位置より上部においては88度以下のテーパー角度を有するように開孔していることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項5】 素子形成された半導体基板上に絶縁膜を有し、この第1の絶縁膜上の一部に第1の金属配線を有し、この第1の金属配線上を含む基板上に第2の絶縁膜を有し、この第2の絶縁膜上の一部に第2の金属配線を有し、この第2の金属配線と上記第1の金属配線を接続するための接続孔を第2の絶縁膜の上記第1の金属配線上に有し、この接続孔が上記第1の金属配線の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置の半導体装置の製造方法において、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングのエッチング圧力を少なくとも2段階以上の複数段階以上に切り替えて上記接続孔を開孔することにより、接続孔の上部位をほぼ垂直形状に形成すると共に、上記接続孔のオーバーエッチングされて形成される下部位の部分にテーパーを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 素子形成された半導体基板上に絶縁膜を有し、この第1の絶縁膜上の一部に第1の金属配線を有し、この第1の金属配線上を含む基板上に第2の絶縁膜を有し、この第2の絶縁膜上の一部に第2の金属配線を有し、この第2の金属配線と上記第1の金属配線を接続するための接続孔を第2の絶縁膜の上記第1の金属配線上に有し、この接続孔が上記第1の金属配線の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置の半導体装置の製造方法において、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングのエッチングガス

流量比を少なくとも2段階以上の複数段階に切り替えて上記接続孔を開孔することにより、接続孔の上部位をほぼ垂直形状に形成すると共に、上記接続孔のオーバーエッチングされて形成される下部位の部分にテーパーを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】 素子形成された半導体基板上に絶縁膜を有し、この第1の絶縁膜上の一部に第1の金属配線を有し、この第1の金属配線上を含む基板上に第2の絶縁膜を有し、この第2の絶縁膜上の一部に第2の金属配線を有し、この第2の金属配線と上記第1の金属配線を接続するための接続孔を第2の絶縁膜の上記第1の金属配線上に有し、この接続孔が上記第1の金属配線の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置の半導体装置の製造方法において、上記接続孔が上記第1の金属配線と接する高さから上部においては、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングを、水素及び弗素及び炭素を含むガスと酸素を含まないガスを用いたガス系により行い、この位置より少なくとも低位置においては、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングを、炭素及び弗素及び水素を含むガスと酸素を含むガスを少なくとも用いたガス系により行うことにより、接続孔の上部位をほぼ垂直形状に形成すると共に、上記接続孔のオーバーエッチングされて形成される下部位の部分にテーパーを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】 上記オーバーエッチングされる開口部分は、エッチングにより88度以下のテーパー角度を形成することを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、特に金属配線間を接続する接続孔（以下、スルーホールという。）が下層の金属配線の配線幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の高集積化及び微細化に伴い、半導体装置の配線技術として多層配線構造を採用することが一般的となり、第1配線に開孔されるスルーホールとこの第1配線とのレイアウトルールにおける重ね合わせ余裕は零であることが求められている。

【0003】図8は、多層配線構造を採用した半導体装置の一例を示す模式的断面図である。この種の半導体装置は、図に示すように、シリコン（Si）等の半導体基板1上にシリコン酸化膜によるフィールド酸化膜2及びポリシリコン等によるゲート電極3が設けられ、さらに、ゲート電極材3'は同時にフィールド酸化膜2上で配線として用いられる。そして、これらのゲート電極3、ゲート電極材3'を含み基板1全面上にシリコン酸

化膜等の第1の絶縁膜4が形成され、その上にアルミニウム等からなる第1の金属配線(下層配線)5が配置されている。この第1の金属配線5を含む基板1上にシリコン酸化膜等の第2の絶縁膜6が形成されている。この第2の絶縁膜6上には第2の金属配線(上層配線)8が前記第1の金属配線5とほぼ同等の材料及び構成で形成されている。

【0004】第2の金属配線8と第1の金属配線5とはスルーホール7を介して電気的に接続される。

【0005】しかし、図8に示すように、この時、スルーホール形成のためのマスクパターン転写時の位置合わせのずれ等に起因して、スルーホール7が第1の金属配線5の幅からはみ出すことがあり、スルーホール7上の第2の金属配線8がはみ出したスルーホール7を介して、第1の金属配線5の下に偶然配置されたポリシリコン配線3'又はシリコン基板1と、短絡又はリークの不良を引き起こすことがある。

【0006】上記した問題を解決する手法として、図9に示す方法が提案されている。この方法は図9に示すように、第1の金属配線5の側面に、第2の絶縁膜6として、一般に用いられるシリコン酸化膜上のエッチングの選択性を有するアモルファスシリコン等の膜からなるサイドウォールスペーサ9を形成し、実質的に第1の金属配線5の幅を太くして、スルーホール7が第1の金属配線5の下に偶然配置されたポリシリコン配線3'又はシリコン基板1と短絡しないようにしている。

【0007】一方、第2の金属配線をメタルの高温スパッタリング又はメタルのリフロー等を用いてスルーホール内に埋め込む場合に、配線の被覆率を向上させるためなどから、スルーホールを85度程度のテーパ形状に形成することがある。しかし、この場合、スルーホール内でのテーパ角度は通常一定の角度で形成されている。

【0008】テーパ角度は、半導体装置の微細化がさらに進展し、スルーホールの寸法が $0.5\mu\text{m}$ 以下と小さくなり、またスルーホールと第1の金属配線の重ね合わせの余裕を奪にした場合、80度程度の一定のテーパ角度を有すると、スルーホールが第1の金属配線と接続する面積はさらに小さくなり、スルーホールと第1の金属配線の接触抵抗は増大し、半導体装置の高速度動作を妨げる恐れがある。

【0009】ピアホール(スルーホール)のテーパ形状を任意の形状に制御する方法が特開平4-167524号公報に開示されている。この方法は、ピアホール(スルーホール)のエッチングを、 CHF_3 、 CF_4 の混合ガスで行い、エッチングの進行と共に、そのガス流量比を連続的に変化させ、任意のテーパ形状のホールを形成する。すなわち、 CF_4 の割合を100%から10%また50%と連続的に変化させ、ホールの形状を上部でテーパ形状に、下部で垂直形状に加工するものであ

る。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、サイドウォールスペーサを第1の金属配線側面に形成すると、第1の金属配線間のスペースが実質的に狭くなり、第2の絶縁膜のステップカバレッジのマージンを減少させるため、半導体装置の微細化の妨げとなるなどの問題があった。また、サイドウォールスペーサを形成する際、第1の金属配線を形成後、アモルファスシリコン等のサイドウォールスペーサ膜の成膜及びエッチングバック工程が追加されるためのコストの上昇及び歩留まりの低下が予想されるなどの難点もあった。

【0011】また、上述したガス流量比を連続的に変化させてホール形状を制御する方法では、半導体装置の微細化が進み、ホールの寸法が $0.50\mu\text{m}$ 以下と微細になった場合、下層の金属配線との接触面積が低下し、接触抵抗が増大し、半導体装置の高速度動作を妨げるおそれがある。

【0012】更に、連続的にガス流量比を変化させているために、ガス流量計の制御が難しく形状の制御が困難である。

【0013】この発明は、上記した従来の問題点を解消するためになされたものにして、第2の金属配線と、スルーホール下に配置されたシリコン配線またはシリコン基板との電気的なリークまたは短絡を防止することを目的とする。

【0014】また、この発明は、スルーホールと第1の金属配線の接触抵抗の増大を防ぎ、半導体装置の高速度動作を可能にすることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明は、素子形成された半導体基板上に第1の絶縁膜を有し、この第1の絶縁膜の一部に第1の金属配線を有し、この第1の金属配線上を含む基板上に第2の絶縁膜を有し、この第2の絶縁膜の一部に第2の金属配線を有し、この第2の金属配線と上記第1の金属配線を接続するための接続孔を第2の絶縁膜の上記第1の金属配線上に有し、この接続孔が上記第1の金属配線の接続幅からはみ出すことを許容するレイアウトルールを有する半導体装置において、上記接続孔の上部位がほぼ垂直形状を有し、上記接続孔の下部位、特にオーバーエッチングされて形成される部分にテーパが付いていることを特徴とする。

【0016】また、上記接続孔のオーバーエッチングされて形成される部分のテーパ角度は88度以下がよい。

【0017】また、上記第1の金属配線が88度以下のテーパ角度を有するように形成するとよい。

【0018】さらに、上記接続孔が上記第1の金属配線と接する高さから少なくとも低位置において88度未満のテーパ角度を有し、この位置より上部においては8

8度以上のテーパ角度を有するように開孔するように形成するとよい。

【0019】この発明の第1の製造方法は、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングのエッチング圧力を少なくとも2段階以上の複数段階以上に切り替えて上記接続孔を開孔することにより、オーバーエッチングされる開口部分に88度以下のテーパ角度を形成することを特徴とする。

【0020】また、この発明の第2の製造方法は、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングのエッチングガス流量比を少なくとも2段階以上の複数段階に切り替えて上記接続孔を開孔することにより、オーバーエッチングされる開口部分に88度以下のテーパ角度を形成することを特徴とする。

【0021】さらに、この発明の第3の製造方法は、上記接続孔が上記第1の金属配線と接する高さから上部においては、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングを、水素及び弗素及び炭素を含むガスと酸素を含まないガスを用いたガス系により行い、この位置より少なくとも低位置においては、上記接続孔を開孔するためのプラズマエッチングを、炭素及び弗素及び水素を含むガスと酸素を含む少なくとも用いたガス系により行うことを特徴とする。

【0022】

【作用】この発明の半導体装置においては、スルーホールが第1の金属配線と接する下部、すなわち、オーバーエッチングにて形成される部分がテーパが付いており、例えば88度以下のテーパ角度を有している場合などでは、オーバーエッチングのプラズマに晒されるホール底面の面積が小さくなり、マイクロローディング効果の作用により、スルーホールがポリシリコン配線または基板まで到達するのを防ぎ、ポリシリコン配線または基板との電気的リーク及び短絡を防止する。

【0023】さらに、第1の金属配線に88度以下のテーパ角度を形成することで、ホール底面の面積がさらに小さくなり、マイクロローディング効果の作用により、スルーホールがポリシリコン配線または基板まで到達するのを防ぎ、ポリシリコン配線または基板との電気的リーク及び短絡を防止する。

【0024】また、スルーホールが第1の金属配線と接する高さから上部位においてはほぼ垂直形状を有しているので、スルーホールが第1の金属配線と接する径がレイアウトルールで設計された寸法から減少することが無い。それにより、前記したようにポリシリコン配線又は基板との電気的リーク及び短絡を防止しながらも、半導体装置の微細化が進行した時の接触抵抗を低減し、半導体装置の高速動作を可能にする。

【0025】また、スルーホールの形成を酸素を含むガス例えばO₂またはCOまたはCO₂でエッチングを行うことで、酸素を含まないガスでホール形成を行う場合

に比べ、同一テーパ角度を得る場合のマイクロローディング効果は大きく、スルーホール底面でのエッチング速度はさらに低くなり、ポリシリコン配線またはシリコン基板との電気的リークの発生がより確実に抑制できる。

【0026】

【実施例】以下、この発明を図面を参照して説明する。なお、従来例と同一部分には同一符号を付す。

【0027】図1は、この発明の第1の実施例の基本的構成を示す模式的断面図である。図1に示すように、この発明の半導体装置は、シリコン等の半導体基板1上にシリコン酸化膜によるフィールド酸化膜2及びポリシリコン等によるゲート電極3が配置されている。このゲート電極材3は同時にフィールド酸化膜2上で配線の役割も果たしている。これら各要素を含み基板1全面上に第1の絶縁膜4がシリコン酸化膜等により形成され、さらにその上に第1の金属配線5が配置されている。この第1の金属配線5は通常、アルミニウムやその合金、または多種高融点金属との合金、もしくはこの金属の積層配線等により構成されている。

【0028】この第1の金属配線5を含む基板1上に第2の絶縁膜6がシリコン酸化膜を用いて形成されている。この第2の絶縁膜6は、一部をシリコン窒化膜等の絶縁膜で構成してもよい。この第2の絶縁膜6上には第2の金属配線8が前記第1の金属配線5とほぼ同等の材料及び構成で形成されている。

【0029】そして、第2の金属配線8と第1の金属配線5を電気的に接続するために、スルーホール7が、第1の金属配線5上に、所定の反応性ガスを導入したプラズマエッチングにより形成されている。この時、このスルーホール7は第1の金属配線5の配線幅からはみ出すことがレイアウトルール上許容されている。

【0030】さて、この発明におけるスルーホール7は、ホールが第2の金属配線8と接する上部とホールが第1の金属配線5と接する下部とで異なるテーパ角度を有し、且つオーバーエッチングで形成されるホール下部7aにおけるテーパ角度(θ2)が88度以下のテーパを有するように形成されている。

【0031】この発明にかかるスルーホール7は、スルーホール形成時のプラズマエッチングを多段階に切り替えることにより、上記したようにスルーホール7の少なくとも一部が88度以下のテーパを有するように形成することができる。以下、そのスルーホールの形成方法を説明する。

【0032】プラズマエッチングを用いたスルーホール7のエッチング終点の検出は、一般に行われている発光強度のモニタリングにより行う。第1の金属配線5より上位図の第2の絶縁膜6がほぼエッチング終了した時点で、発光のもとになる被エッチング物が量的に減少し、エッチングの終了が検出できる。通常、このエッチング

7
終点の検出からさらに、エッチングの均一性及び第2の絶縁膜6のパターン配置による膜厚の違いを考慮して30~100%のオーバーエッチングを行う。このオーバーエッチングにより、第1の金属配線5の幅よりはみ出したスルーホール7がさらに深くエッチングされ、前述した図8に示すように、ポリシリコン配線または基板とリークするおそれがある。

【0033】そこで、この発明では、エッチング終点の検出時にエッチング条件を切り替えることにより、スルーホール7のホール下部のオーバーエッチング部分7aのテーパ角度を小さくし、スルーホール7がポリシリコン配線または基板まで到達するのを防止している。スルーホール7のテーパ角度を変更するには、エッチング圧力またはエッチングガス流量比またはエッチングガス種を変更することにより可能である。

【0034】上記のこの発明の構成を実際の設計寸法に採用した一例を図2に示す。

【0035】第1の金属配線5の幅を0.60 μ m、スルーホール7の径を0.60 μ m、平坦化された第2の絶縁膜6の膜厚を第1の金属配線5上で0.50 μ m、その他の部位で1.00 μ m、スルーホール7が第1の金属配線5からはみ出した量を0.3 μ mとなるレイアウトルールを有する半導体装置とする。この半導体装置において、スルーホール7のエッチングを2段階に切り替えることにより、第1の金属配線5の上位置ではほぼ90度の角度を有し、第1の金属配線5の下のオーバーエッチング部分7aの位置では約75度の角度のテーパを有するホール形状が形成される。

【0036】この時、第1の金属配線5の上よりはみ出した部位はオーバーエッチングの進行と共に底面が小さくなり、マイクロローディング効果と呼ばれる減少により、底面のエッチングが進行しにくくなり、シリコン基板1またはポリシリコン配線3'とのリーク発生が抑制される。

【0037】次に、この発明の第2の実施例につき図3及び図4を参照して説明する。図3は、この発明の第2の実施例の構成を示す模式的断面図、図4はその要部断面図である。この第2の実施例は、第1の金属配線5の形状以外は上記した実施例の構成と同一であり、説明の重複を避けるため、同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。

【0038】この第2の実施例は、図3及び図4に示すように、第1の金属配線5に88度以下のテーパ角度(θ 3)を設けている。この金属配線5に88度以下のテーパ角度を形成するためには、配線形成時のプラズマエッチングにおいて、印加するRFパワーを制御したり、堆積性のあるガス例えば四塩化ケイ素(SiCl₄)またはアンモニア(NH₃)を用いることにより可能である。

【0039】上記したこの発明の第2の実施例の構成を

8
実際の設計寸法に採用した一例を図5に示す。尚、第1の金属配線5の幅、スルーホール7の径、平坦化された第2の絶縁膜6の膜厚(第1の金属配線5上及びその他の部位)、スルーホール7が第1の金属配線5からはみ出した量、及びスルーホール7のテーパ角度は第1の実施例1と同じである。

【0040】第1の金属配線5のパターニングのエッチングにおいて、エッチングガスとして堆積性のあるガスSiCl₄を用いることにより、この金属配線5は約80度のテーパ角度(θ 3)を有する形状が得られた。この時、第1の金属配線5上よりはみ出した部位(オーバーエッチング部分7a)のスルーホール7はオーバーエッチングの進行と共に底面が小さくなり、マイクロローディング効果により、底面のエッチングが進行しにくくなり、シリコン基板1またはポリシリコン配線3'とのリークの発生が抑制される。

【0041】尚、その効果は、底面の寸法が第1の実施例に比べさらに小さくなるので、第1の実施例に比べても、容易にリークの発生を抑制できる。

【0042】次に、この発明の第3の実施例につき、図6及び図7に従い説明する。この第3の実施例は、スルーホール7の形状以外は上記した実施例の構成と同一であり、説明の重複を避けるため、同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。

【0043】この第3の実施例は、図6及び図7に示すように、スルーホール7の形状を第1の金属配線5と接する高さから上部において88度以上のテーパ角度(θ 1)にし、金属配線5より下のオーバーエッチングされる部分7aのテーパ角度(θ 2)を88度以下に形成し、スルーホール7のテーパ角度を異ならせて形成している。

【0044】この第3の実施例のように、スルーホール7の形状を第1の金属配線5と接する高さから上部において88度以上のテーパ角度(θ 1)を有すること、で、スルーホール7が第1の金属配線5と接する径がテーパ角度が小さい場合に比べ大きくなり、半導体装置の微細化が進行した時の接触抵抗を低減し、半導体装置の高速動作が可能になる。

【0045】上記したスルーホール7のテーパ角度(θ 1)が88度以上であることの有効性を以下に示す。今後、半導体装置の微細化がさらに進展し、スルーホール径が0.50 μ m以下と微細化された場合、例えば、第1の金属配線5の幅が0.50 μ m、スルーホール7の径が0.50 μ m、平坦化された第2の絶縁膜6の膜厚が第1の金属配線5上で0.50 μ m、その他の部位で1.00 μ m、スルーホール7が第1の金属配線5からはみ出した量が0.20 μ mとなる時、テーパ角度(θ 1)が80度とすると、スルーホール7が第1の金属配線5と接する径は約0.20 μ mとなるのに対し、テーパ角度(θ 1)が88度とすると、スルーホ

ール7が第1の金属配線5と接する径は約0.29 μm となる。微細化が進行した時の約0.1 μm 径の接触面積の差は接触抵抗に大きく影響し、テーパ角度(θ 1)が88度以上とすることにより半導体装置の高速動作を可能にする。

【0046】次にこの半導体装置の製造方法について、以下に説明する。

【0047】まず、第1の方法は、スルーホール7形成のためのプラズマエッチングのエッチング終点の検出を一般に行われているプラズマ中の発光強度のモニタリングにより行う。第1の金属配線5より上位の第2の絶縁膜6がほぼエッチング終了した時点で、発光のもとになる被エッチング物が量的に減少しエッチングの終点を検出する。このエッチング終点検出前と後でエッチング圧力を異なるように制御することにより、図6及び図7に示すように、スルーホール7のテーパ角度 θ 1及び θ 2をそれぞれ制御する。このプラズマエッチングの方式及び装置により用いられる圧力範囲は異なるが、通常100mTorr以上の圧力範囲で用いられる場合、エッチング圧力を低圧にするほどテーパ角度は小さくなる。

【0048】また、第2の方法は、スルーホール形成のためのプラズマエッチングのエッチング終点の検出を一般に行われているプラズマ中の発光強度のモニタリングにより行う。上記の方法と同様に、第1の金属配線5より上位の第2の絶縁膜6がほぼエッチング終了した時点で、発光のもとになる被エッチング物が量的に減少しエッチングの終点を検出する。このエッチング終点検出前と後でエッチングガス流量比を異なるように制御することにより、図6及び図7に示すように、スルーホール7のテーパ角度 θ 1及び θ 2をそれぞれ制御する。

【0049】通常第2の絶縁膜6として用いられるシリコン酸化膜をエッチングする場合、 CHF_3 等の堆積性のあるガスと、 HF 、または C_2F_4 等のエッチング性のあるガスを混合し、シリコン酸化膜のエッチングを行うのが一般的であるが、堆積性のあるガスの割合を多くするほどテーパ角度は小さくなる。

【0050】第3の方法は、上記の各方法と同様に、スルーホール形成のためのプラズマエッチングのエッチング終点の検出を一般に行われているプラズマ中の発光強度のモニタリングにより行う。第1の金属配線5より上位の第2の絶縁膜6がほぼエッチング終了した時点で、発光のもとになる被エッチング物が量的に減少しエッチングの終点を検出する。このエッチング終点検出前のエッチングにおいては、水素及び弗素及び炭素を含むガス例えば CHF_3 と、酸素を含まないガス例えば CF_4 、または Ar でエッチングを行い、エッチング終点検出後のエッチングにおいては、水素及び弗素及び炭素を含むガス例えば CHF_3 と、酸素を含むガス例えば O_2 または CO または CO_2 でエッチングを行う。

【0051】なお、エッチング終点検出後のエッチングにおいては、さらに酸素を含まないガス CF_4 等を加えても良い。前記のようにエッチングガス種を異なるように制御することにより、図6及び図7に示すように、スルーホールのテーパ角度 θ 1及び θ 2の角度をそれぞれ制御する。酸素を含むガス例えば O_2 または CO または CO_2 でエッチングを行う場合、酸素を含まないガスでエッチングを行う場合に比べ、同一テーパ角度を得る場合のマイクロローディング効果は大きく、スルーホール底面でのエッチング速度は低くなるので、ポリシリコン配線またはシリコン基板とのリーク発生を抑えるのに有効である。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の半導体装置によれば、スルーホールが第1の金属配線と接する上部位においてはほぼ垂直形状を有し、下部位、即ちオーバーエッチングにて形成される部分ではテーパ形状を、例えば88度以下のテーパ角度を有しているのので、オーバーエッチングのプラズマに晒されるホール底面の面積が小さくなり、マイクロローディング効果の作用により、スルーホールがポリシリコン配線または基板まで到達するのを防ぎ、ポリシリコン配線または基板との電気的リーク及び短絡を防止することができる。

【0053】また、スルーホールが第1の金属配線と接する径がレイアウトルールで設計された寸法から減少することが無いので、半導体装置の微細化が進行したときの接触抵抗を低減し、半導体装置の高速動作を可能にすることができる。

【0054】さらに、第1の金属配線を88度以下のテーパ角度を有するように形成することで、ホール底面の面積がさらに小さくなり、マイクロローディング効果の作用により、スルーホールがポリシリコン配線または基板まで到達するのを防ぎ、ポリシリコン配線または基板との電気的リーク及び短絡を防止する。

【0055】また、第1の金属配線と接する高さから上部において88度以上のテーパ角度を形成することで、スルーホールが第1の金属配線と接する径がテーパ角度が小さい場合に比べ大きくなり、半導体装置の微細化が進行した時の接触抵抗を低減し、半導体装置の高速動作が可能になる。

【0056】スルーホールの形成を酸素を含むガス例えば O_2 または CO または CO_2 でエッチングを行うことで、酸素を含まないガスでホール形成を行う場合に比べ、同一テーパ角度を得る場合のマイクロローディング効果は大きく、スルーホール底面でのエッチング速度はさらに低くなるので、スルーホールがポリシリコン配線または基板まで到達することが確実に防止され、ポリシリコン配線またはシリコン基板との電気的リークの発生が防止できる。

50 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例の構成を示す模式的断面図である。

【図2】この発明の第1の実施例を実際の設計寸法に採用した例を示す模式的断面図である。

【図3】この発明の第2の実施例の構成を示す模式的断面図である。

【図4】この発明の第2の実施例の要部断面図である。

【図5】この発明の第1の実施例を実際の設計寸法に採用した例を示す模式的断面図である。

【図6】この発明の第3の実施例の構成を示す模式的断面図である。

【図7】この発明の第3の実施例の要部断面図である。

【図8】多層配線構造を採用した半導体装置の一例を示

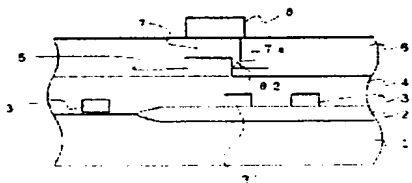
す模式的断面図である。

【図9】サイドウォールスペーサを用いた半導体装置の一例を示す模式的断面図である。

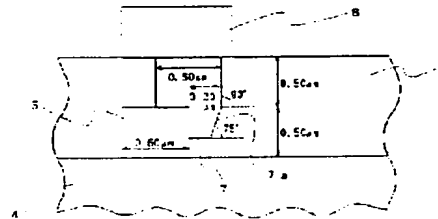
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 フィールド酸化膜
- 3 ゲート電極
- 3' ゲート電極材（配線）
- 4 第1の絶縁膜
- 5 第1の金属配線（下層配線）
- 6 第2の絶縁膜
- 7 スルーホール
- 8 第2の金属配線（上層配線）

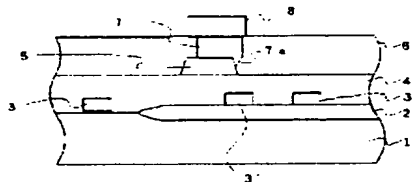
【図1】



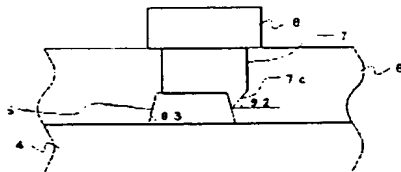
【図2】



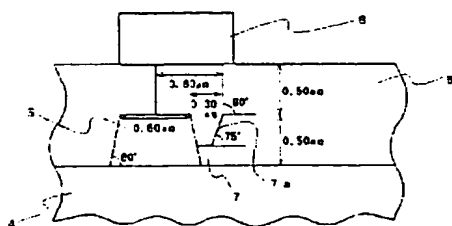
【図3】



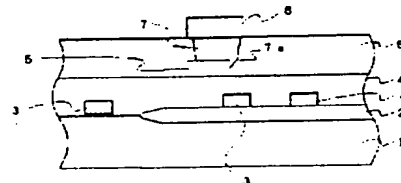
【図4】



【図5】



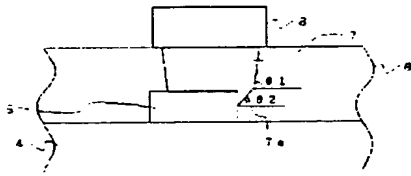
【図6】



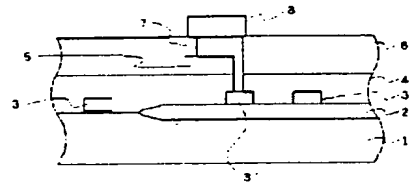
(8)

特開平7-283319

【図7】



【図8】



【図9】

